

Технічні науки

УДК 663.127

**Тертус Олена Григорівна**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Тертус Елена Григорьевна**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Tertus Elena**

*Undergraduate of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Степанюк Андрій Романович**

*кандидат технічних наук, доцент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Степанюк Андрей Романович**

*кандидат технических наук, доцент*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Stepanyuk Andriy Romanovich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ  
ДРІЖДЖІВ З ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТЕРА ТА ЦЕНТРИФУГИ  
МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ  
ДРОЖЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТЕРА И ЦЕНТРИФУГИ  
MODERNIZATION OF THE FEED YEAST PRODUCTION  
INSTALLATION ON THE USE OF THE FERMENTER AND THE  
CENTER**

**Анотація.** Зменшення енергозатрат апаратів є важливим в хімічній, нафтопереробній, харчовій, теплоенергетичній та споріднених галузях промисловості. Завдяки коректному розрахунку кількості та діаметр форсунок на мішалці, можна досягти потрібної продуктивності апарата.

Для моделювання потрібно підібрати найбільш ефективне розташування форсунок подачі повітря, запропоновано фізичну модель в основу якої покладені конструктивні умови, та враховано теплофізичні властивості речовини.

**Ключові слова:** ферментер, дріжджі, процес бродіння, форсунки.

**Аннотация.** Уменьшение энергозатрат аппаратов является важным в химической, нефтеперерабатывающей, пищевой, теплоэнергетической и родственных отраслях промышленности. Благодаря корректному расчету количества и диаметр форсунок на мешалке, можно достичь нужной производительности аппарата.

Для моделирования нужно подобрать наиболее эффективное расположение форсунок подачи воздуха, предложено физическую модель в основу которой положены конструктивные условия, и учтены теплофизические свойства вещества.

**Ключевые слова:** ферментер, дрожжи, процесс брожения, форсунки.

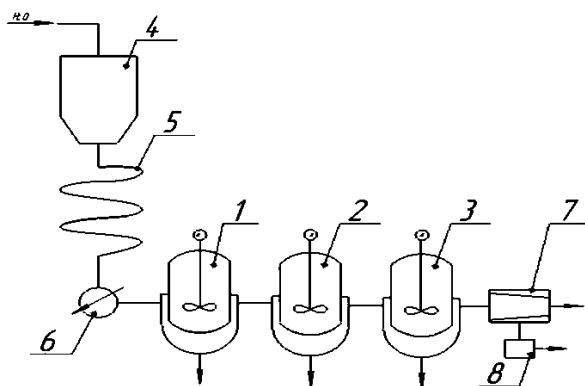
**Summary.** Reducing the energy consumption of appliances is important in the chemical, petroleum, food, heat and related industries. Thanks to the correct calculation of the number and diameter of the nozzles on the mixer, you can achieve the desired performance of the device.

For modeling, the most efficient arrangement of the air nozzles, the physical model underlying the design conditions, and the thermo physical properties of the substance are proposed.

**Key words:** fermenter, yeast, fermentation process, nozzles.

**Метою** роботи є покращення енергетично-економічних параметрів установки та визначення кількості та діаметру форсунок для забезпечення необхідної продуктивності в ферментері.

Дріжджогенерування - складний біохімічний процес, який складається із взаємозв'язаних і тісно переплетених біохімічних реакцій [1, с. 1]. Технологічна схема цехової стадії вирощування дріжджів на стерильному середовищі зображена на рисунку 1.



**Рис. 1.** Установка для розведення чистої культури дріжджів

Недоліком існуючого пристрою є мала ефективність аерації.

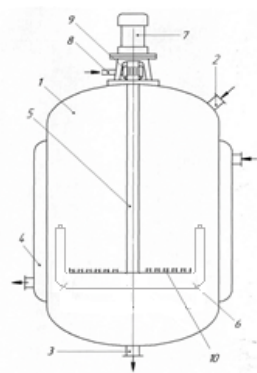
Для підтримання життєдіяльності мікроорганізмів та інтенсифікації відводу біологічного тепла, в ферментері передбачається інтенсивне перемішування середовища, шляхом підводу повітря [2, с. 2].

Завдяки валу перемішувального пристрою виконаного порожнистим із перфорацією у верхній частині, та системі барботування виконаної у вигляді додаткових форсунок, розташованих у верхній частині мішалки, досягається подача необхідного газового середовища в зону перемішування, за рахунок чого підвищується рівномірність перемішування повітря, прискорюється збагачення зони перемішування киснем [3, с.1].

Модернізований ферментер працює наступним чином: середовище подається в корпус 1 через патрубок 2. Перемішування відбувається за допомогою перемішувального пристрою вал 5 якого виконаний порожнистим із перфорацією у верхній частині, а система барботування виконана у вигляді додаткових форсунок 10, розташованих у верхній частині мішалки 6, що забезпечує подачу по ньому повітря через трубопровід для подачі 8.

Вал обертається за допомогою приводу 7, при цьому у верхній частині валу 5 існує ділянка, де є зона перфорації. Ця ділянка охоплена манжетним елементом 9. Готова суміш виводиться через патрубок 3. Для регулювання температури використовується оболонка 4.

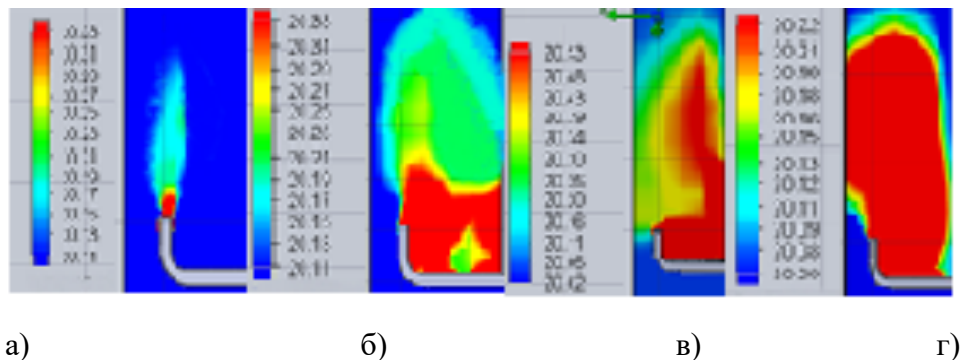
Моделювання модернізації виконано в програмному середовищі SolidWorks.



1 – корпус; 2 – патрубок подачі; 3 – патрубок вивантаження; 4 – перемішуючий пристрій; 5 - вал; 6 – мішалка; 7 – привод; 8 – трубопровід подачі повітря; 9 – манжетний елемент; 10 – форсунки

**Рис. 2. Схема ферментера**

Для попереднього моделювання, на поверхні мішалки було прийнято кількість форсунок – 1, діаметром 5 мм, за результатами питомий об'єм забезпечення кисневим живленням становить 1/9 (Рис. 3а), після чого було проведено моделювання пристрою, запропонованого у патенті, на мішалці було встановлено почергово форсунки, у кількості – 5, діаметром 5 мм, питомий об'єм забезпечення кисневим живленням становить 1/3 (Рис. 3б), у випадку 10 форсунок становить 1/2 (Рис. 3в), при 15 форсунках становить 1/10 (Рис. 3г). Тобто при збільшенні форсунок на мішалці питомий об'єм забезпечення кисневим живленням зростатиме, результати моделювання зображено на рисунку 3.



а – 1 форсунка; б - 5 форсунок; в – 10 форсунок; г – 15 форсунок.

**Рис. 3. Моделювання форсунок на валу до модернізації**

Результати моделювання наведено на графіку залежності питомого об'єму від кількості форсунок (Рис.5) та залежності гідравлічного опору від питомого об'єму (Рис.6), звідки можна зробити висновок, що при збільшенні форсунок збільшується питомий об'єм, що аерується та зменшується гідравлічний опір.



Рис. 5. Графік залежності питомої площі від кількості форсунок

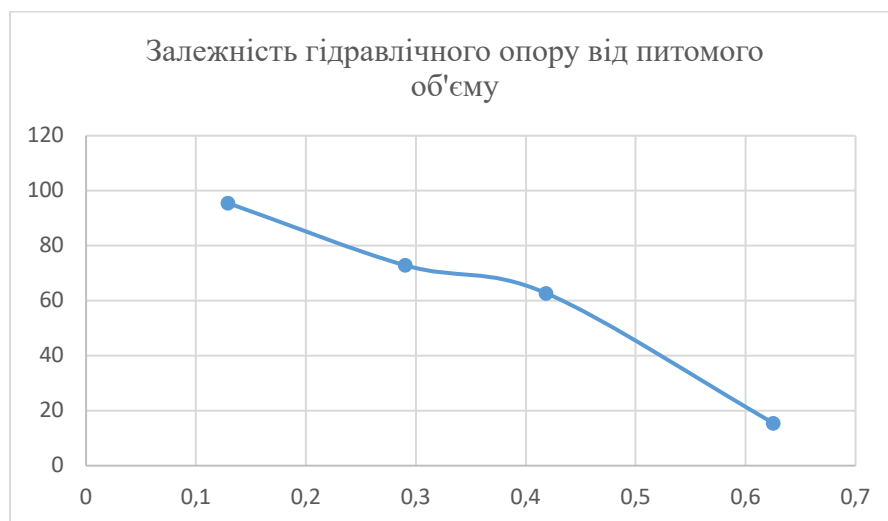


Рис. 6. Графік залежності гідравлічного опору від питомою площі

**Висновок.** Тобто запропонована модернізація забезпечить у 3 рази краще забезпечення кисневим живленням ферментера. Таке поєднання конструктивних елементів дозволяє покращити процес збагачення повітрям рідких сумішей, зробити його рівномірним із одночасним зменшенням втрат енергії на перемішування, адже використовується енергія потоку подачі повітря середовища через додаткові форсунки.

### **Література**

1. Ковалевский К.А. Технология бродильных производств. Учебное пособие. Киев: ИНКОС, 2004. 340 с.
2. Патент України № 115347, МПК 1/02 (2006.01), заявл. 10.11.2016, опубл. 10.04. 2017.
3. Патент України № U135732, МПК C12M 1/02 (2006.01), опубл.10.07.19, Бюл.№13.